

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**Artificial iris to simulate the human eye behavior as an implant or contact lens includes number of colored layers of biocompatible film incorporating elements for iris functions**

**Patent number:** DE19850807  
**Publication date:** 2000-05-04  
**Inventor:** RASCH VOLKER (DE)  
**Applicant:** POTSDAMER AUGENKLINIK IM ALBRE (DE)  
**Classification:**  
- **International:** B29D11/02; A61F2/50; B44F1/00; G02C7/04  
- **European:** G02C7/04C, A61F2/14, B29D11/00C7, B29D11/02, B44C3/00B  
**Application number:** DE19981050807 19981029  
**Priority number(s):** DE19981050807 19981029

**Abstract of DE19850807**

The artificial iris system, which duplicates the functions of the human eye, is of biocompatible films with different colors and the iris function elements laid over each other. They are covered with a transparent and biocompatible mantle shrouding to give a polished surface. The colored films have one film with a base color and a film with pigment speckles which are appropriate for the base color, to be combined together to give a normal eye color shade. The colored films (1-3,7) are overlaid, in sequence, as black, red, brown, yellow and blue. The function elements, for the natural eye functions, are between the black and red films. The overlaid sequence of the colored films (1-3,7) can be varied. The films are transparent or semi-transparent, to allow color mixtures. The colored films (1-3,7) are circular rings, for the shape of the human iris. A circular ring layer as a photo cell is behind the transparent/semi-transparent film layers (1-3). The rearmost layer is black and is a liquid crystal display (LCD), at least at the open zone (4) of the pupil and simulates the black pupil. The rearmost layer is also of a phototropic material, which changes color on shifting light intensities, to simulate contraction of the pupil in a bright light together with the concentric rings of different colors and diameters and sensitivities at the open pupil zone (4). The formation of the pupil is through an intermediate layer of two or more chambers containing sliding elements which range from light suppression to light impermeability and not dependent on light, in circular ring shapes, and of a magnetic material. The chambers extend radially in the intermediate layer, with a shape to prevent the elements kinking as they slide. The structure has a holding zone or a peripheral anchor for implantation. An independent claim is included for a production process where the unwanted film color is removed from the top, to expose the underlying film colors.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



⑪ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑬ **DE 198 50 807 A 1**

⑭ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 29 D 11/02**  
A 61 F 2/50  
B 44 F 1/00  
G 02 C 7/04

DE 198 50 807 A 1

⑯ Aktenzeichen: 198 50 807.7  
⑯ Anmeldetag: 29. 10. 1998  
⑯ Offenlegungstag: 4. 6. 2000

⑪ Anmelder:

Potsdamer Augenklinik im Albrecht - von Graefe -  
Haus GmbH, 14467 Potsdam, DE

⑯ Vertreter:

Dammann, R., Pat.-Anw., 16540 Hohen Neuendorf

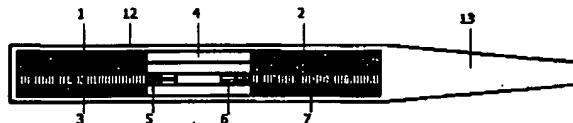
⑯ Erfinder:

Rasch, Volker, Dr., 14612 Falkensee, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤ Künstliches Irisystem, mit Funktionselementen zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen sowie Verfahren zur Herstellung desselben

⑥ Die Erfindung betrifft ein künstliches Irisystem, mit einer zum vorgegebenen Auge identischen, beziehungsweise individuellen farblichen Ausbildung und Struktur, und mit Funktionen zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen, insbesondere der lichtabhängigen Abblendwirkung der Pupille, die sowohl als Implantat als auch als Kontaktlinse ausgebildet sein kann, sowie ein Verfahren zur Herstellung derselben. Durch Kombinieren vorzugsweise transparenter oder halbtransparenter farbiger Folien (1 bis 3; 8 und 9) und durch Abtragen nicht erwünschter farbiger Folienteile wird eine gewünschte Farbmischung erhalten. Zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen, insbesondere der Pupillenfunktion, ist die künstliche Iris mit Mitteln zur Dämpfung des Lichtdurchgangs durch einen der Pupille entsprechenden offenen Bereich (4) versehen.



DE 198 50 807 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein künstliches Irisystem, mit einer zum vorgegebenen Auge identischen, beziehungsweise individuellen farblichen Ausbildung und Struktur, mit Funktionen zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen, insbesondere der lichtabhängigen Abblendwirkung der Pupille, sowie ein Verfahren zur Herstellung derselben.

Nach einem bekannten Verfahren, welches in der DE-AS 1 916 629 als bekannter Stand der Technik ohne Quellenangabe angegeben ist, wird eine farbige Linse oder Augenprothese durch Polymerisationsguß in einer rotierenden Form derart hergestellt, daß man zuerst nur einen Teil der initiierten Monomerengemischung in der rotierenden Form polymerisiert läßt, nach dem Gelieren dieser ersten Schicht auf deren freie konkavé Fläche ein farbiges Muster einbringt und dann durch Eingießen des zweiten Teils des Monomerengemisches die Polymerisation in der wieder rotierenden Form beendet. Dieses Verfahren weist den Nachteil auf, daß die freie Oberfläche der obersten Schicht nicht glatt, sondern rauh ist, und infolgedessen eine Nachbearbeitung erforderlich ist. Außerdem ist bei der vorgeschlagenen Lösung das Malen beziehungsweise Zeichnen in eine konkavé Oberfläche umständlich, besonders, da das Muster von hinten aus gesehen und gezeichnet wird, so daß der endgültige Erfolg erst nach dem Abtrennen der fertigen Linse von der Form festgestellt werden kann. Die oben erwähnte DE-AS 19 16 629 schlägt zur Überwindung dieser Mängel ein Verfahren zur Bildung von farbigen Mustern in weichen Kontaktlinsen und Augenprothesen aus spärlich vernetzten Hydrogelen vor, bei dem das Muster zwischen einer unteren und einer oberen Hydrogelschicht angeordnet wird, die dann durch Polymerisation eines Monomerengemisches fest miteinander verbunden werden.

Dabei wird als obere Hydrogelschicht eine optisch fertige Hydrogellinse oder Augenprothese verwendet, die oberhalb der Einfriertemperatur in einem wenigstens teilweise trockenem Zustand auf eine glatte, ebene oder sphärische Fläche gedrückt und dabei an ihrer Auflageseite deformiert, dann unter die Einfriertemperatur abgekühlt und von der Fläche abgelöst wird. Dann wird die deformierte Linse beziehungsweise Augenprothese mittels eines initiierten Monomerengemisches mit der unteren auf einer glatten Oberfläche liegenden und von dieser geformten dünnen Hydrogelschicht als Deckschicht verbunden. Das Muster wird vor dem Verbinden entweder auf die Linse beziehungsweise Augenprothese oder auf die Deckschicht aufgebracht und nach dem Quellen des Ganzen wird die Deckschicht mit der Linse beziehungsweise der Augenprothese von der Deckschicht geformt habenden glatten Oberfläche abgetrennt. Dieses Verfahren ist umständlich und schwierig und damit kostenintensiv.

Es sind auch Verfahren zur Erzeugung eines moireartig schillernden Flächenmusters bekannt, wie sie beispielsweise in der DE-OS 21 35 452, der DE-OS 211 35 487, der US-PS 3 449 158, der CH-PS 206 206, der GB-PS 468 906 und der GB-PS 528 167 beschrieben werden, doch sind alle diese Verfahren nicht für Augenlinsen geeignet.

Aus vorstehendem ergibt sich die Aufgabe der Erfindung, ein künstliches Irisystem, mit einer zum vorgegebenen Auge identischen, beziehungsweise individuellen farblichen Ausbildung und Struktur, mit Funktionen zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen, insbesondere der lichtabhängigen Abblendwirkung der Pupille, zu schaffen, das mit relativ geringem Aufwand herstellbar ist und sowohl als Kontaktlinse, als auch als Implantat Anwendung finden kann. Weiterhin soll ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Irisstruktur angegeben werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das künstliche Irisystem aus zwei oder mehr bioverträglichen Folien verschiedener Farben sowie Funktionselementen zur Nachbildung natürlicher Augenfunktionen besteht, die übereinanderliegend angeordnet sind und zum Erhalten einer glatten Oberfläche mit einem durchsichtigen bioverträglichen Material umhüllt sind.

Die genannten farbigen Folien können jeweils eine Folie mit einer Grundfarbe und eine Folie mit zur Grundfarbe passenden Pigmentflecken sein, wobei den üblichen Augenfarben entsprechend, verschiedenfarbige Folien für die Grundfarben verwendet und mit entsprechenden Folien mit Pigmentflecken kombiniert werden.

Dadurch werden nur zwei farbige Folien für eine künstliche Iris benötigt.

Das künstliche Irisystem kann folglich relativ dünn und in seinem Aufbau einfach gestaltet werden. Zu diesem Zweck werden dann lediglich etwa sechs bis sieben Rohlinge mit den üblichen Grundfarben und entsprechende Folien mit Pigmentflecken benötigt, die entsprechend kombiniert werden können.

Es können auch mehrere farbige Folien in unterschiedlicher Reihenfolge angeordnet sein. Vorteilhaft sind sie in der Reihenfolge schwarz, rot, braun, gelb und blau übereinandergelegt, wobei die Funktionselemente zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen zweckmäßig zwischen der schwarzen und der roten Farbfolie angeordnet sein können.

Die farbigen Folien können vorteilhaft auch transparent oder halbtransparent ausgebildet sein, wodurch Farbumschungen ermöglicht werden, indem die einzelnen Schichten von oben her ganz oder teilweise abgetragen werden und ein Restlichtdurchgang zur Belebung der Funktionselemente zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen gewährleistet wird.

Zur Nachbildung der Iris sind die farbigen Folien kreisringförmig ausgeführt.

Die Dicke der Einzelfolien beträgt zweckmäßig einige hundertstel Millimeter, so daß die Gesamtdicke der mehrschichtigen Folienplatte der erfindungsgemäß künstlichen Iris dann etwa zwei zehntel Millimeter beträgt.

Die hinterste, schwarze Folie kann auch durch das offene Zentrum der kreisringförmigen farbigen Folien hindurchlaufen, um, z. B. beim blinden Auge, wenn nur aus kosmetischen Gründen eine künstliche Iris vorgesehen wird, eine schwarze Pupille zu erhalten. Die Funktionselemente zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen, insbesondere der lichtabhängigen Abblendwirkung der Pupille, können durch eine kreisringförmig unter den farbigen Folien in deren Ausdehnung angeordnete photovoltaische Schicht (Photozelle) gebildet sein, die eine LCD-Anordnung ansteuert, die sich über den Bereich der Pupille erstreckt. Dabei wird in Abhängigkeit vom Restlicht, das die farbigen Folien durchdringt und seinesseits von der einfallenden Lichtintensität abhängig ist, der LCD-Anordnung eine variable Spannung zugeführt, die eine hieron abhängige Dämpfung des durch die LCD-Anordnung hindurchgelassenen Lichtes bewirkt. Dabei darf auch bei hellem Licht die LCD-Anordnung den Durchblick nicht vollständig sperren. Bei einer eventuellen späteren Augenuntersuchung kann der Bereich

der über der photovoltaischen Schicht liegenden farbigen Folien mit einer kontaktlinsenartigen lichtundurchlässigen Kappe abgedeckt werden, um die Pupille offen zu lassen. Die Funktionselemente zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen, insbesondere der lichtabhängigen Ab-

blendwirkung der Pupille, können auch durch eine Schicht aus phototropem Material (Varioglas) bestehen. Dabei kann es vorteilhaft sein, daß das phototrope Material zur Erzeugung einer Pseudoverengung der Pupille als konzentrischer

Ring oder mehrere konzentrische Ringe mit verschiedenen Durchmessern, die unterschiedliche Empfindlichkeiten, also unterschiedliche Dämpfungsparameter, aufweisen, im Bereich der Pupille angeordnet ist.

Diese Anordnung ist zweckmäßig so ausgebildet, daß innerhalb der kreisringförmigen farbigen Folien der Bereich der Pupille mit dem phototropen Material kreisringförmig bedeckt ist. Dabei können bei einem Kreisring die Kreisringdurchmesser außen innen 6 und 3 mm oder 5 und 2 mm für die zusätzliche Abblendung betragen, wobei entsprechend in der Mitte ein Loch von 3 oder 2 mm Durchmesser verbleibt. Bei mehreren Kreisringen sind diese dann entsprechend derart ausgeführt, daß der äußerste Durchmesser der gesamten Kreisringanordnung beispielsweise etwa 6 mm beträgt und der innerste etwa 2 mm. Innerhalb dieses Bereiches können die einzelnen Kreisringe mit den unterschiedlichen Empfindlichkeiten und Lichtdämpfungsparametern auch unterschiedliche Breiten aufweisen. Der Kreisring aus phototropem Material ist im Dunkeln ganz durchsichtig und dämpft aber bei hellem Licht dessen Durchgang. Er erfüllt folglich die Pupillenfunktion. Die genannte photovoltaische Schicht und die LCD-Anordnung beziehungsweise das phototrope Material können auch an Stelle der schwarzen hintersten Folie angeordnet sein.

Bei der erfindungsgemäßen künstlichen Iris können als Elemente zur Nachbildung der Pupille auch verschiebbare Elemente vorgesehen sein.

Der Aufbau der Schichten ist dann ebenso wie vorstehend beschrieben ausgeführt. Nur ist dann vorzugsweise unter den farbigen Folien und über der schwarzen Folie statt zum Beispiel der photovoltaischen Schicht, eine Zwischenlage angeordnet, in der zwei oder mehr sich vorzugsweise radial erstreckende Kammern vorgesehen sind, in denen eine entsprechende Anzahl verschiebbbarer Elemente angeordnet sind. Diese sind lichtdämmend bis lichtdurchlässig, lichtunabhängig und so ausgebildet, daß sie von außen verschiebbar sind. Zu diesem Zweck bestehen die zweckmäßig kreisringstückförmigen verschiebbaren Elemente vorteilhaft aus magnetischem Material und können mittels eines geeigneten, außerhalb des Auges entsprechend geführten Magneten, radial verschoben werden. Es sind aber auch andere Möglichkeiten einer Beeinflussung der verschiebbaren Elemente durchaus möglich. Die genannten Kammern sind so geformt, daß ein Verkanten der verschiebbaren Elemente beim Verschieben nicht möglich ist. Das kann aber auch durch formschlüssige Elemente, wie Erhöhungen in den Kammern und damit korrespondierende Nuten in den verschiebbaren Elementen erreicht werden oder durch miteinander korrespondierende radial ausgerichtete Riefungen.

Bei einer Augenuntersuchung werden die verschiebbaren Elemente mit Hilfe eines geeigneten Magneten in die nach außen verschobenen Positionen gebracht, um dem Augenarzt Einblick in das Auge zu gewähren.

Die erfindungsgemäße künstliche Iris kann als Kontaktlinse oder als Implantat ausgeführt werden. Im letzteren Fall ist sie mit einer Haltezone oder einem vorzugsweise peripheren Verankerungsapparat als Befestigungselement versehen, um bei unterschiedlichen Augen unterschiedliche Fixationsorte zu ermöglichen. Das kann zweckmäßig eine Haptik sein.

Das Implantat kann im Kapselsack, im Sulkus oder in der Vorderkammer des Auges angeordnet werden. Dabei ist auch eine Kombination mit einer künstlichen intraokularen Linse möglich.

Um variabler zu sein, können die Einzelemente der künstlichen Iris, insbesondere

– die Kombination der farbigen Folien der künstlichen

Iris,

- die optischen Elemente zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen,
- und der Halteapparat
- sowie eventuell die Intraokularlinse mit ihrer Haltevorrichtung auch als Einzelteile hergestellt und erst am oder im Auge entsprechend ausgewählt und zusammengefügt werden.

10 Das Verfahren zur Herstellung der künstlichen Iris besteht darin, daß zwei oder mehr bioverträgliche Folien verschiedener Farben übereinander angeordnet werden und durch schichtweises oder teilweises, rasterartiges Abtragen der oberen Folie die tieferliegende Schicht sichtbar gemacht und eine gewünschte Farbmischung erzielt wird, daß Funktionselemente zur Nachbildung natürlicher Augenfunktionen unter den farbigen Folien angeordnet werden und daß die farbigen Folien und die genannten Funktionselemente zum Erhalten einer glatten Oberfläche mit einem durchsichtigen bioverträglichen Material umhüllt werden.

15 Als farbige Folien können auch jeweils eine Folie mit einer Grundfarbe und eine Folie mit zur Grundfarbe passenden Pigmentflecken verwendet werden, wobei den üblichen Augenfarben entsprechend, verschiedenfarbige Folien für die Grundfarben mit entsprechenden Folien mit pigmentflecken kombiniert werden. Dadurch können schon nur zwei farbige Folien für eine künstliche Iris ausreichend sein. Die künstliche Iris kann also relativ dünn und in ihrem Aufbau einfacher gestaltet werden.

20 Zu diesem Zweck werden dann lediglich etwa sechs bis sieben Folien mit den üblichen Grundfarben und entsprechende Folien mit Pigmentflecken benötigt, die entsprechend kombiniert werden können.

25 Das Abtragen der nicht erwünschten farbigen Oberflächen kann entsprechend dem Material der Folien auf verschiedene Weise erfolgen, zum Beispiel durch Ätzen oder mit Hilfe eines Lasers. Dabei wird bei den übereinanderliegenden Folien immer die Farbe von der Oberfläche, die nicht gewünscht wird, von oben her entfernt, um die darunterliegende Farbe zum Vorschein kommen zu lassen. Bei transparenten oder halbtransparenten Folien kann so leicht eine gewünschte Farbmischung erzielt werden, indem beispielsweise nur ein Teil der Dicke der jeweils oberen, der übereinanderliegenden Folien abgetragen wird. Die Abtragung kann aber auch rasterartig erfolgen, um einen gleichartigen Effekt zu erzielen. Die Abtragungen können sich dabei auch über mehr als eine Folienschicht erstrecken.

30 Bei einer Verwendung der künstlichen Iris als Implantat wird sie mit einer Haltezone oder einem vorzugsweise peripheren Verankerungsapparat versehen, um bei unterschiedlichen Augen unterschiedliche Fixationsorte zu ermöglichen. Das kann zweckmäßig eine Haptik sein. Das Implantat kann dann im Kapselsack, im Sulkus oder in der Vorderkammer des Auges angeordnet werden. Um variabler zu sein, können die Einzelemente der künstlichen Iris, insbesondere die Kombination der Folien, der Halteapparat und die optischen Elemente zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen auch als Einzelteile hergestellt und erst am oder im Auge zusammengefügt werden.

35 40 45 50 55 60 Die Erfundung wird im folgenden anhand von in den Figuren dargestellten möglichen Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Die Fig. 1 zeigt schematisch den Schichtenaufbau einer erfindungsgemäßen künstlichen Iris, deren Elemente zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen als phototrope Elemente ausgeführt sind.

Die Fig. 2 zeigt schematisch den Schichtenaufbau einer erfindungsgemäßen künstlichen Iris, deren Elemente zur

Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen in Form einer photovoltaischen Schicht und einer LCD-Anordnung ausgeführt sind.

Die Fig. 3 zeigt schematisch den Schichtenaufbau einer erfundungsgemäßen künstlichen Iris, bei der zur Nachbildung der Pupille verschiebbare Elemente vorgesehen sind, als Schnittdarstellung entlang der Linie C-D in der Fig. 4.

Die Fig. 4 zeigt schematisch eine mögliche Zwischenlage mit Kammern für vier verschiebbare Elemente zur Nachbildung der Pupille als Schnittdarstellung entlang der Linie A-B in der Fig. 3.

In der Fig. 1 ist schematisch der Schichtenaufbau einer erfundungsgemäßen künstlichen Iris dargestellt, deren Elemente zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen als phototope Elemente ausgeführt sind. In diesem Beispiel sind drei farbige Folien 1; 2 und 3 dargestellt, die beispielsweise die Farben blau, Folie 1, gelb, Folie 2 und braun, Folie 3 aufweisen.

Im Zentrum dieser kreisringförmigen farbigen Folien 1; 2 und 3 befindet sich der offene Bereich 4 der Pupille. Dieser offene Bereich 4 kann zur Nachbildung der abschirmenden Pupillenfunktion verkleinert werden. Dies wird durch beispielsweise zwei kreisringförmige phototope Elemente 5 und 6 mit unterschiedlicher Empfindlichkeit erreicht, die eine unterschiedliche Lichtdämpfung aufweisen. Hinter dieser Anordnung ist als hinterste Schicht eine schwarze Folie 7 angeordnet, die hier ebenfalls kreisringförmig ausgebildet ist. Um eine gewünschte Farbmischung zu erhalten, werden die farbigen Folien 1 bis 3 von oben her abgetragen, bis die Gesamtheit der transparenten oder halbtransparenten Schichten das gewünschte Farbbild ergibt. Dieses Abtragen der Schichten kann auf unterschiedlichste Weise mittels bekannter Verfahren, zum Beispiel durch Ätzen oder mittels eines geeigneten Lasers durchgeführt werden. Nach dieser Bearbeitung wird die künstliche Iris mit einer bioverträglichen Umhüllung 12 versehen, um eine glatte Oberfläche zu erhalten. Diese Umhüllung kann, wie in der Fig. 1 auf der rechten Seite dargestellt ist, in vorteilhafter weiterer Ausbildung als Befestigungselement 13, zum Beispiel als Haptik, ausgeführt werden. Fällt nun Licht in den offenen Bereich 4, der der Pupille entspricht, verdunkelt sich zuerst das äußere phototope Element 5 mit der größeren Empfindlichkeit entsprechend der Helligkeit und bewirkt somit eine Dämpfung des Lichtdurchgangs. Wird das einfallende Licht heller, verdunkelt sich das äußere phototope Element 5 stärker und das innere phototope Element 6 zusätzlich entsprechend seiner geringeren Empfindlichkeit, wodurch eine stärkere Dämpfung des Lichtdurchgangs hervorgerufen wird.

In der Fig. 2 ist schematisch der Schichtenaufbau einer erfundungsgemäßen künstlichen Iris dargestellt, deren Elemente zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen in Form einer photovoltaischen Schicht und einer LCD-Anordnung ausgeführt sind. Die Fig. 2 zeigt eine obere Folie mit Pigmentflecken 8 die über einer Folie mit einer Grundfarbe 9 angeordnet ist. Auch hier ist im Zentrum der kreisringförmigen Folien 8 und 9 ein offener Bereich 4 vorhanden, der aber zur Lichtdämpfung entsprechend der Pupille mit einem LCD-Element 10 versehen ist, das von einer photovoltaischen Schicht 11 angesteuert wird. Hier wird durch die Auswahl einer geeigneten Folie mit einer Grundfarbe 9 und einer dazu passenden Folie mit Pigmentflecken 8 ebenfalls durch Abtragen der oberen Folie mit den Pigmentflecken 8 das gewünschte Farbbild erhalten. Dieses Abtragen kann, ebenso wie beim obigen Beispiel (zu Fig. 1), mittels bekannter Verfahren durchgeführt werden. Auch hier wird nach dieser Bearbeitung die künstliche Iris mit einer bioverträglichen Umhüllung 12 versehen, um eine glatte Oberfläche zu erhalten und diese Umhüllung kann auch hier in vor-

teilhafter weiterer Ausbildung als Befestigungselement 13, zum Beispiel als Haptik, ausgebildet werden.

Fällt bei dieser Ausführung Licht auf das Auge, durchdringt bei einer ausreichenden Helligkeit ein Teil desselben die transparenten oder halbtransparenten Folien 8 und 9 und trifft auf die photovoltaische Schicht 11, die als Folge eine Spannung erzeugt, die dem LCD-Element 10 zugeführt wird und hier eine Dämpfung des durch den offenen Bereich 4 hindurchtretenden Lichtes bewirkt. Wird das einfallende Licht heller, erhöht sich die Spannung, die von der photovoltaischen Schicht 11 dem LCD-Element 10 zugeführt wird und dessen Lichtdämpfung wird somit verstärkt.

In der Fig. 3 ist schematisch der Schichtenaufbau und in der Fig. 4 eine geschnittene Draufsicht einer erfundungsgemäßen künstlichen Iris dargestellt, bei der die Elemente zur Nachbildung der Pupille als verschiebbare Elemente ausgeführt sind. Der Aufbau der Schichten ist hier beispielsweise analog dem in der Fig. 1 beschriebenen ausgeführt. Nur ist hier unter den farbigen Folien 1 und 2, statt der farbigen Folie 3, über der schwarzen Folie 7 eine Zwischenlage 14 (Fig. 4) angeordnet, in der Kammern 15 bis 18 vorgesehen sind, in denen die genannten, beispielsweise vier, verschiebbaren Elemente 19 bis 22 angeordnet sind. Diese sind lichtdämmend bis lichtundurchlässig, lichtunabhängig und so ausgebildet, daß sie von außen verschiebbar sind. Zu diesem Zweck bestehen die kreisringstückförmigen verschiebbaren Elemente 19 bis 22 aus magnetischem Material und können mittels eines außerhalb des Auges entsprechend geführten Magneten radial, verschoben werden. Dabei sind die Kammern 15 bis 18 derart geformt, daß ein Verkanten der verschiebbaren Elemente 19 bis 22 beim Verschieben nicht möglich ist. In den Fig. 3 und 4 ist diese Anordnung so dargestellt, daß sich die verschiebbaren Elemente 19; 20 und 22 in ihrer inneren Position befinden und das verschiebbare Element 21 in der nach außen verschobenen Position. In diese Position werden die verschiebbaren Elemente 19 bis 22 zum Beispiel bei einer Augenuntersuchung gebracht, was mit Hilfe eines geeigneten Magneten geschieht. Um ein Verkanten der verschiebbaren Elemente 19 bis 22 zu verhindern, können auch formschlüssige Elemente, wie Erhöhungen in den Kammern 15 bis 18 und damit korrespondierende Nuten an den verschiebbaren Elementen 19 bis 22 vorgesehen werden oder miteinander korrespondierende radial ausgerichtete Riefungen.

#### Bezugszeichen

- 1 farbige Folie
- 2 farbige Folie
- 3 farbige Folie
- 4 offener Bereich
- 5 phototropes Element
- 6 phototropes Element
- 7 schwarze Folie
- 8 Folie mit Pigmentflecken
- 9 Folie mit Grundfarbe
- 10 LCD-Element
- 11 photovoltaische Schicht (Photozelle)
- 12 Umhüllung
- 13 Befestigungselement
- 14 Zwischenlage
- 15 Kammer
- 16 Kammer
- 17 Kammer
- 18 Kammer
- 19 verschiebbares Element
- 20 verschiebbares Element
- 21 verschiebbares Element

## 22 verschiebbares Element

## Patentansprüche

- Künstliches Irisystem mit einer zum vorgegebenen Auge identischen, beziehungsweise individuellen farblichen Ausbildung und Struktur, und mit Funktionen zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen, insbesondere der lichtabhängigen Ablendwirkung der Pupille, dadurch gekennzeichnet, daß es aus bioverträglichen Folien verschiedener Farben und Funktionselementen zur Nachbildung natürlicher Augenfunktionen besteht, die übereinanderliegend angeordnet sind und zum Erhalten einer glatten Oberfläche mit einem durchsichtigen bioverträglichen Material umhüllt sind. 5
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die genannten farbigen Folien jeweils eine Folie mit einer Grundfarbe (9) und eine Folie mit zur Grundfarbe passenden Pigmentflecken (8) sind, wobei den üblichen Augenfarben entsprechend, verschiedenfarbige Folien für die Grundfarben (9) mit entsprechenden Folien mit Pigmentflecken (8) kombinierbar sind. 10
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die farbigen Folien (1 bis 3; 7) in der Reihenfolge schwarz, rot, braun, gelb und blau übereinandergelegt sind, wobei die Funktionselemente zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen zwischen der schwarzen und der roten Farbfolie angeordnet sind. 15
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Reihenfolge, in der die farbigen Folien (1 bis 3; 7) angeordnet sind, unterschiedlich ist. 20
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die farbigen Folien (1 bis 3; 7) zur Ermöglichung von Farbmischungen transparent sind. 25
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die farbigen Folien (1 bis 3; 7) zur Ermöglichung von Farbmischungen halbtransparent sind. 30
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die farbigen Folien (1 bis 3; 7) zur Nachbildung der Iris kreisringförmig ausgebildet sind. 35
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß hinter den transparenten oder halbtransparenten farbigen Folien (1 bis 3) eine kreisringförmige photovoltaische Schicht (11) (Photozelle) angeordnet ist. 40
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hinterste Folie (7) schwarz ist. 45
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hinterste Schicht als LCD-Element (10) ausgebildet ist. 50
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der offene Bereich (4) der Pupille als LCD-Element (10) ausgebildet ist. 55
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hinterste Schicht aus einem phototropen Material (Variogläser) besteht. 60
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die phototropen Elemente (5; 6) zur Erzeugung einer Pseudoverengung der Pupille als konzentrischer Ring oder mehrere konzentrische Ringe mit verschiedenen Durchmessern, die verschiedene Empfindlichkeiten aufweisen, im offenen Bereich (4) der Pupille angeordnet sind. 65
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch

gekennzeichnet, daß die hinterste schwarze Folie (7) zur Erzeugung einer schwarzen Pupille durch den offenen Bereich (4) hindurch verläuft.

- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die farbigen Folien (1 bis 3; 7) biologisch verträglich sind. 10
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Pupillennachbildung aus einer Zwischenlage (14) mit zwei oder mehr darin vorgesehenen Kammern (15 bis 18) und in den Kammern (15 bis 18) angeordneten verschiebbaren Elementen (19 bis 22) besteht. 15
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die verschiebbaren Elemente (19 bis 22) lichtdämpfend bis lichtundurchlässig und lichtunabhängig sind. 20
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die verschiebbaren Elemente (19 bis 22) kreisringförmig ausgebildet sind. 25
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die verschiebbaren Elemente (19 bis 22) aus magnetischem Material bestehen
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammern (15 bis 18) sich in der Zwischenlage (14) im wesentlichen radial erstrecken. 30
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammern (15 bis 18) derart geformt sind, daß ein Verkanten der verschiebbaren Elemente (19 bis 22) beim Verschieben nicht möglich ist. 35
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es als Intraokularimplantat ausgebildet ist. 40
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß es mit einer Haltezone oder einem vorzugsweise peripheren Verankerungsapparat als Befestigungselement (13) versehen ist. 45
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Verankerungsapparat eine Haptik ist. 50
- Künstliches Irisystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es als Kontaktlinse ausgebildet ist. 55
- Verfahren zur Herstellung eines künstlichen Irisystems mit einer zum vorgegebenen Auge identischen, beziehungsweise individuellen farblichen Ausbildung und Struktur, und mit Funktionen zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen, insbesondere der lichtabhängigen Ablendwirkung der Pupille, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder mehr bioverträgliche Folien verschiedener Farben übereinander angeordnet werden und durch schichtweises oder teilweises, auch rasterartiges, Abtragen der oberen Folie die tieferliegende Schicht sichtbar gemacht und so eine gewünschte Farbmischung erzielt wird, daß Funktionselemente zur Nachbildung natürlicher Augenfunktionen unter den farbigen Folien angeordnet werden und daß die farbigen Folien und die genannten Funktionselemente zum Erhalten einer glatten Oberfläche mit einem durchsichtigen bioverträglichen Material umhüllt werden. 60
- Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die farbigen Folien (1 bis 3; 7) in der Reihenfolge schwarz, rot, braun, gelb und blau übereinandergelegt werden, wobei die Funktionselemente zur Nachbildung der natürlichen Augenfunktionen zwischen der schwarzen und der roten Folie eingefügt werden. 65

28. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die farbigen Folien (1 bis 3; 7) zur Nachbildung der Iris kreisringförmig ausgebildet werden.

29. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den transparenten oder halb-transparenten farbigen Folien (1 bis 3) und der schwarzen Folie (7) eine kreisringförmige photovoltaische Schicht (Photozelle) (11) angeordnet wird.

30. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß als hinterste Schicht ein LCD-Element (10) vorgesehen wird.

31. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der offene Bereich (4) der Pupille als LCD-Element (10) ausgebildet wird.

32. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß als hinterste Schicht ein phototropes Material (Varioglas) angeordnet wird.

33. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die phototropen Elemente (5; 6) zur Erzeugung einer Pseudoverengung der Pupille als konzentrischer Ring oder mehrere konzentrische Ringe mit verschiedenen Durchmessern, die verschiedene Empfindlichkeiten aufweisen, im offenen Bereich (4) der Pupille angeordnet wird.

34. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß immer die Farbe von der Oberfläche, die nicht gewünscht wird, von oben her entfernt wird, um die darunterliegende Farbe zum Vorschein kommen zu lassen.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

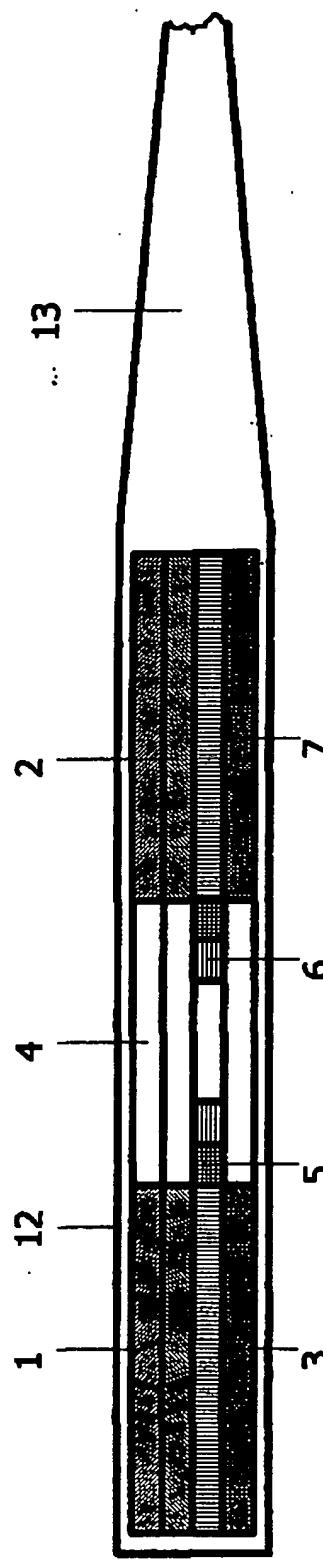


Fig. 1

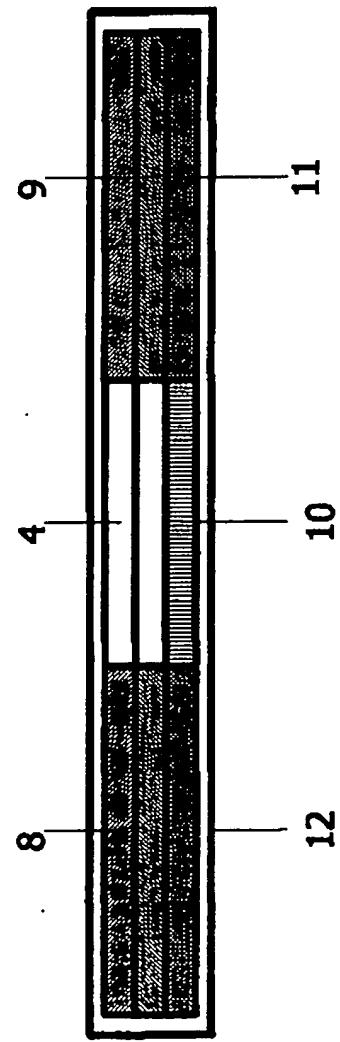


Fig. 2

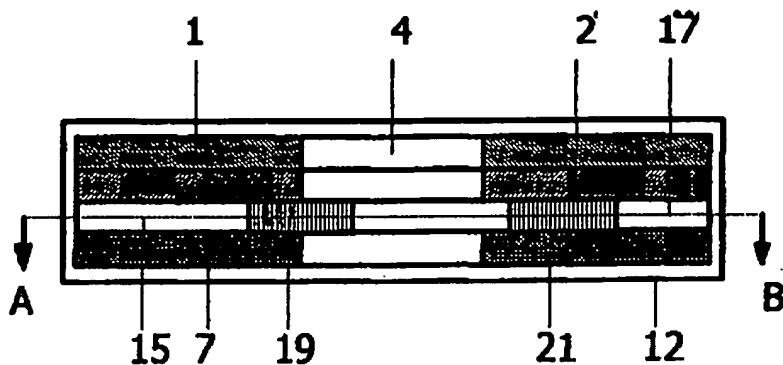


Fig. 3

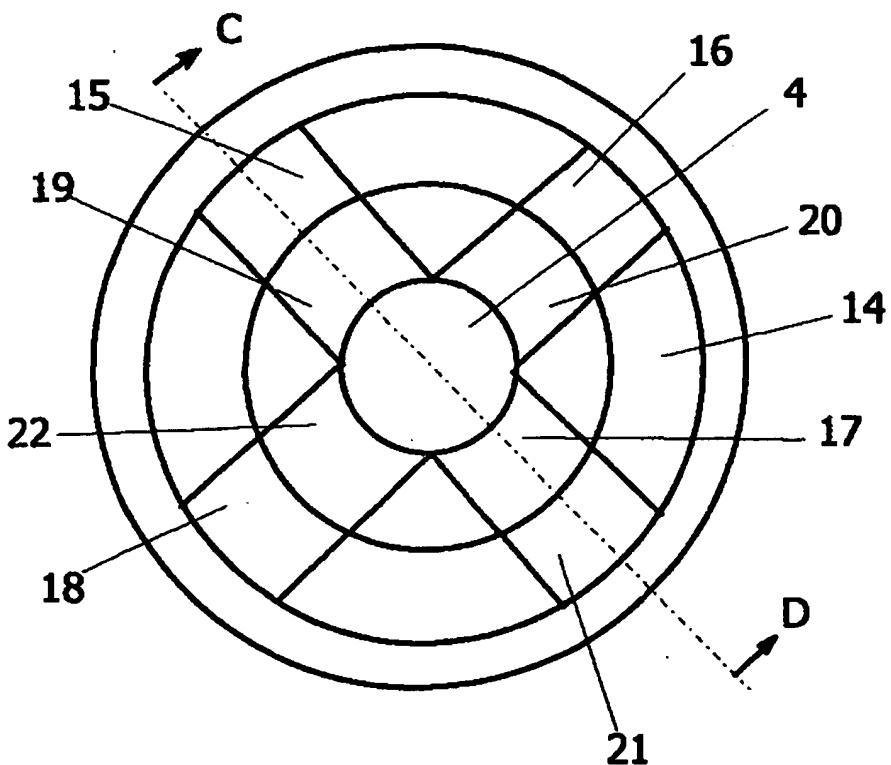


Fig. 4